

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

10.06.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日      2 0 0 3 年   6 月 1 6 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 1 7 0 8 8 5  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 1 7 0 8 8 5 ]

出      願      人                      シャープ株式会社  
Applicant(s):

REC'D 29 JUL 2004

WIPO

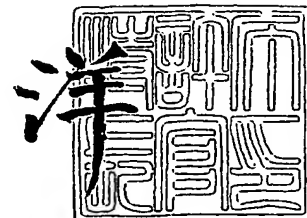
PCT

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年   7 月 1 5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願

【整理番号】 1030456

【提出日】 平成15年 6月16日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F25B 9/14

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

    【氏名】 上田 和彦

【特許出願人】

    【識別番号】 000005049

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

    【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100064746

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

    【識別番号】 100085132

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

    【識別番号】 100083703

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 仲村 義平

【選任した代理人】

    【識別番号】 100096781

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 堀井 豊

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100098316

【弁理士】

【氏名又は名称】 野田 久登

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100109162

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 將行

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208500

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 リニアモータ装置およびその製造方法、リニア圧縮機ならびにスターリング機関

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 インナーヨークと、

前記インナーヨークの外側に配置されるアウターヨークと、

前記インナーヨークと前記アウターヨークとの間に配置されたコイル巻付体および可動マグネット部と、

前記アウターヨークを挟持する第 1 と第 2 挟持部材と、

前記第 1 と第 2 挟持部材間を所定間隔で連結するスペーサと、  
を備えたりニアモータ装置。

【請求項 2】 前記スペーサは、両端に軸方向端面と該軸方向端面から突出する縮径部とを有し、

前記第 1 と第 2 挟持部材は、前記スペーサの縮径部を受け入れる凹部と、前記スペーサの前記軸方向端面を支持する支持面とを有する第 1 と第 2 受け部を有する、請求項 1 に記載のリニアモータ装置。

【請求項 3】 前記アウターヨークは、前記スペーサの長手方向に分割されたアウターヨークブロックが前記第 1 と第 2 挟持部材の周方向に複数配置されて成り、

前記アウターヨークブロックと前記第 1 と第 2 挟持部材とを溶着部を介して接合した、請求項 1 又は請求項 2 に記載のリニアモータ装置。

【請求項 4】 第 1 アウターヨークブロックを第 1 挟持部材に、第 2 アウターヨークブロックを第 2 挟持部材にそれぞれ超音波溶着により固定する工程と、

前記第 1 と第 2 アウターヨークブロックを前記第 1 と第 2 挟持部材に固定した状態で、超音波溶着により前記第 1 と第 2 挟持部材をスペーサを介して連結する工程と、

前記第 1 と第 2 アウターヨークブロックを相互に固定する工程と、

を備えたりニアモータ装置の製造方法。

【請求項 5】 前記第 1 と第 2 挟持部材は、前記第 1 と第 2 アウターヨーク

ブロック間に間隙を設けた状態で連結される、請求項 4 に記載のリニアモータ装置の製造方法。

【請求項 6】 ケーシング内に設置されたシリンダと、  
前記シリンダ内で往復動するピストンと、  
前記シリンダの周囲に設置され、前記ピストンを駆動する請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載のリニアモータ装置と、を備えたりニア圧縮機。

【請求項 7】 ケーシング内に設置されたシリンダと、  
前記シリンダ内で往復動するピストンと、  
前記シリンダの外周部に設置され、前記ピストンを駆動するリニアモータ装置と、

前記ピストンを付勢するスプリングとを備え、  
前記リニアモータ装置は、インナーヨークと、前記インナーヨークの外側に配置されるアウターヨークと、前記インナーヨークと前記アウターヨークとの間に配置されたコイル巻付体および可動マグネット部と、前記アウターヨークを挟持する第 1 と第 2 挟持部材と、前記第 1 と第 2 挟持部材間を所定間隔で連結するスペーサと、前記スプリングを支持する支持部とを有し、前記第 1 挟持部材に前記支持部を設け前記第 2 挟持部材を前記シリンダに取り付けたリニア圧縮機。

【請求項 8】 ケーシングに設置されたシリンダと、  
前記シリンダ内で往復動するピストンおよびディスプレイサと、  
前記シリンダの外周部に設置され、前記ピストンを前記シリンダ内で往復動させるリニアモータ装置と、

ディスプレイサを付勢するスプリングとを備え、  
前記リニアモータ装置は、インナーヨークと、前記インナーヨークの外側に配置されるアウターヨークと、前記インナーヨークと前記アウターヨークとの間に配置されたコイル巻付体および可動マグネット部と、前記アウターヨークを挟持する第 1 と第 2 挟持部材と、前記第 1 と第 2 挟持部材間を所定間隔で連結するスペーサと、前記スプリングを支持する支持部とを有する、スターリング機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、リニアモータ装置およびその製造方法ならびに該リニアモータ装置を有するリニア圧縮機およびスターリング機関に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

従来から、スターリング機関において、ピストンを駆動する駆動手段としてリニアモータ装置が用いられている。該リニアモータ装置の一例が、特開 2002-139263 号公報に開示されている。

**【0003】**

上記文献には、シリンダの外周面に設けられる内側ヨークと、内側ヨークを取囲むようにケーシング側に設けられる外側ヨーク組立体と、内側ヨークと外側ヨークとの間隙に配置されピストンに連結される永久磁石とを有し、外側ヨーク組立体が内側ヨークに対して対向配置されるボビン／コイルと、ボビン／コイルをケーシング側および軸線方向側から覆うように設けられる外側ヨークと、外側ヨークを軸線方向から挟み込むように設けられるリング形状の一对の押え部材とを含むリニアモータ装置が記載されている。

**【0004】****【特許文献 1】**

特開 2002-139263 号公報

**【0005】****【発明が解決しようとする課題】**

しかし、上記文献に記載されたりニアモータ装置は、一对の押え部材間の間隔を定める部材を備えていない。そのため、押え部材が傾くなどして押え部材間の間隔（リニアモータ装置の軸方向寸法）が押え部材の周方向にばらつく可能性がある。このように押え部材間の間隔がばらつくことにより、リニアモータ装置を機器に組込む際に困難となる。また、リニアモータ装置を機器に組込む際にマージンを確保する必要も生じ、機器が大型化してしまうという問題もある。

**【0006】**

さらに、上記のようなリニアモータ装置を組込んだスターリング機関やリニア

圧縮機においては、次のような問題も生じ得る。

【0007】

たとえばピストンとディスプレイサとを有するスターリング機関では、ピストンはリニアモータ装置により直接駆動されるためディスプレイサと比較すると配置位置の誤差の影響は小さいが、ディスプレイサの動作を制御するものが通常はスプリングしかないため、ディスプレイサを付勢するスプリングの取付位置に関する精度は重要となる。このディスプレイサを付勢するスプリングの取付位置精度が低下すると、圧縮空間と膨張空間の双方に影響が及び、結果としてスターリング機関の性能のばらつきが大きくなるという問題が生じる。

【0008】

リニア圧縮機においてもピストンを支持するスプリングをリニアモータ装置における上記の押え部材に取付ける場合がある。この場合には、リニアモータ装置の軸方向寸法のばらつきが、圧縮空間の容積のばらつきの要因となり得る。したがって、リニア圧縮機においても性能のばらつきが大きくなるという問題が生じ得る。

【0009】

この発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、軸方向寸法のばらつきを低減することが可能となるリニアモータ装置およびその製造方法、ならびに性能のばらつきを低減することが可能となるリニア圧縮機およびスターリング機関を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明に係るリニアモータ装置は、インナーヨーク、アウターヨーク、コイル巻付体および可動マグネット部と、アウターヨークを挟持する第1と第2挟持部材と、第1と第2挟持部材間を所定間隔で連結するスペーサとを備える。

【0011】

このように第1と第2挟持部材間にスペーサを設けることにより、第1と第2挟持部材間の間隔を定めることができ、第1と第2挟持部材の周方向における第1と第2挟持部材間の間隔のばらつきを低減することができる。

## 【0012】

上記スペーサは、好ましくは、両端に軸方向端面と該軸方向端面から突出する縮径部とを有し、第1と第2挟持部材は、好ましくは、スペーサの縮径部を受け入れる凹部と、スペーサの軸方向端面を支持する支持面とを有する第1と第2受け部を有する。そして、第1と第2挟持部材の周方向に配置されるアウターヨークブロックと隣り合う位置にスペーサを配置することが好ましい。

## 【0013】

上記アウターヨークは、前記スペーサの長手方向に分割されたアウターヨークブロックが前記第1と第2挟持部材の周方向に複数配置されて成り、アウターヨークブロックと第1と第2挟持部材とを溶着部を介して接合する。ここで「溶着部」とは、本願明細書では、接合対象の少なくとも一方を溶融させて接合した部分のことを称し、たとえば樹脂材と金属材とを溶着した場合には溶着部は主に樹脂で構成される。

## 【0014】

本発明に係るリニアモータ装置の製造方法は、次の各工程を備える。アウターヨークブロックを構成する、第1アウターヨークブロックを第1挟持部材に、第2アウターヨークブロックを第2挟持部材にそれぞれ超音波溶着により固定する。第1と第2アウターヨークブロックを第1と第2挟持部材に固定した状態で超音波溶着により第1と第2挟持部材をスペーサを介して連結する。第1と第2アウターヨークブロックを相互に固定する。上記第1と第2挟持部材は、好ましくは、第1と第2アウターヨークブロック間に間隙を設けた状態で連結される。

## 【0015】

上記のようにスペーサを介して第1と第2挟持部材を連結することにより、第1と第2挟持部材の周方向における第1と第2挟持部材間の間隔のばらつきを低減することができる。また、超音波溶着を採用することにより、同時に複数箇所の溶着を行なうことができ、挟持部材へのアウターヨークブロックの固定や、第1と第2挟持部材の連結を効率的に行うことができる。

## 【0016】

本発明に係るリニア圧縮機は、ケーシング内に設置されたシリンダと、シリン



ダ内で往復動するピストンと、シリンダの周囲に設置され、ピストンを駆動する前記リニアモータ装置とを備えて成る。

#### 【0017】

本発明に係るリニア圧縮機は、ケーシング内に設置されたシリンダと、ピストンと、シリンダの外周部に設置されピストンを駆動するリニアモータ装置と、ピストンを付勢するスプリングとを備える。そして、リニアモータ装置は、インナーヨークと、アウターヨークと、コイル巻付体および可動マグネット部と、アウターヨークを挟持する第1と第2挟持部材と、第1と第2挟持部材間を所定間隔で連結するスペーサと、スプリングを支持する支持部とを有する。そして、第1挟持部材に支持部を設け第2挟持部材をシリンダに取り付けて成る。尚、第2挟持部材のシリンダへの取り付けは、直接取り付けるものに限定されず他の部材を介在させて間接的に取り付けるものを含む。

#### 【0018】

本発明に係るスターリング機関は、ケーシングに設置されたシリンダと、ピストンおよびディスプレイサと、ピストンを前記シリンダ内で往復動させるリニアモータ装置と、ディスプレイサを付勢するスプリングとを備える。そして、リニアモータ装置は、インナーヨークと、アウターヨークと、コイル巻付体および可動マグネット部と、アウターヨークを挟持する第1と第2挟持部材と、第1と第2挟持部材間を所定間隔で連結するスペーサと、スプリングを支持する支持部とを有する。そして、第1挟持部材に支持部を設け第2挟持部材をシリンダに取り付けて成る。尚、第2挟持部材のシリンダへの取り付けは、直接取り付けるものに限定されず他の部材を介在させて間接的に取り付けるものを含む。

#### 【0019】

上記のようにリニア圧縮機やスターリング機関に組込まれるリニアモータ装置の第1と第2挟持部材間にスペーサを設けることにより、リニアモータ装置の第1と第2挟持部材間の間隔のばらつき及び第1と第2挟持部材の周方向における該第1と第2挟持部材間の間隔のばらつきを低減することができる。それにより、ピストンやディスプレイサを付勢するスプリングのシリンダに対する設置位置精度を向上（ばらつきを低減）することができ、リニア圧縮機における圧縮空間

の容積のばらつき、スターリング機関における圧縮空間や膨張空間の容積のばらつきを低減することができる。

#### 【0020】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図1～図10を用いて、本発明の実施の形態について説明する。

#### 【0021】

本発明の1つの実施の形態におけるリニアモータ装置は、インナーヨークと、該インナーヨークの外側に配置されるアウターヨークと、インナーヨークとアウターヨークとの間に配置されたコイル巻付体および可動マグネット部と、アウターヨークを挟持する第1と第2クランプリング（第1と第2挟持部材）と、第1と第2クランプリング間を所定間隔で連結するスペーサ（支持部材：連結部材）とを備える。

#### 【0022】

図1に、上記リニアモータ装置1の一例の部分斜視図を示し、図2に、該リニアモータ装置1の断面図を示し、図5に分解斜視図を示す。なお、インナーヨークおよび可動マグネット部の図示を省略している。また、図3、4、6、7、8に、図1のリニアモータ装置1の要部拡大図を示す。

#### 【0023】

図1に示すように、リニアモータ装置1は、環状の第1と第2クランプリング2、3を有している。第1と第2クランプリング2、3の材料としては、たとえばポリカーボネートやポリブチレンテレフタレートなどの樹脂、あるいはこれらにガラス繊維を混入したものを使用可能である。なお、スターリング機関に使用する場合には、第1と第2クランプリング2、3の材料として耐熱性に優れ吸湿量の少ない材料を使用することが好ましい。

#### 【0024】

上記の第1と第2クランプリング2、3によりアウターヨーク4が挟持される。第1クランプリング2は、図1～図3に示すように、たとえばスターリング機関のピストンやディスプレイサと接続されるスプリングを支持する支持部16を有する。該支持部16は、図1～図3の例では、第1クランプリング2の上面に

一体的に設けられた凸部で構成されるが、別部材を第1クランプリング2に組付けて支持部16を設けてもよい。

#### 【0025】

支持部16の上面には、図2および図3に示すように、凹部10eが形成される。この凹部10eに支持部材9が取付けられる。支持部材9は、たとえばステンレスなどの金属製であり、長手方向の両端に他の部分よりも径を小さくした縮径部（突起部）9a、9bと、該縮径部9a、9bの周囲に環状の軸方向端面とを有する。縮径部9bを凹部10e内に嵌め込み、図3に示すように、溶着部11を例えば超音波溶着して支持部材9を支持部16に固着する。なお、縮径部9a、9bにローレット加工を施すことで、支持部材9の固着強度を向上することができる。

#### 【0026】

第1と第2クランプリング2、3間にはスペーサ5が設置される。該スペーサ5は、典型的には第1と第2クランプリング2、3の周方向に等間隔で複数設けられ、耐熱性を有する材質からなる棒状部材や管状部材で構成することができる。たとえばステンレスなどの金属製の丸棒部材をスペーサ5として採用可能である。

#### 【0027】

図5の例では、スペーサ5も、支持部材9と同様に、長手方向の両端に軸方向端面と該軸方向端面から突出する縮径部（突起部）5a、5bとを有する。縮径部5a、5bはスペーサ5に切削加工を施すなどして容易に形成することができる。スペーサ5の軸方向端面を平坦な面とすること、及び該軸方向端面間の間隔（軸方向長さ）のばらつきを小さく抑えることが重要である。

#### 【0028】

第1と第2クランプリング2、3は、図1、図2および図8に示すように、スペーサ5の両端の縮径部5a、5bを受け入れる凸状の受け部6a、6bを有する。該受け部6a、6bは、図2および図8に示すように、スペーサ5の縮径部5a、5bを受け入れる凹部10c、10dと、該凹部10c、10dの周囲にスペーサ5の上記軸方向端面を支持する支持面とを有する。該支持面も、平坦な

面とすることが重要である。

#### 【0029】

上記のようにスペーサ5の軸方向端面を平坦な面とし、該端面間の間隔のばらつきを小さく抑え、また第1と第2クランプリング2, 3の受け部6a, 6bにおける支持面をも平坦な面とし、スペーサ5を介して第1と第2クランプリング2, 3間を連結することにより、第1と第2クランプリング2, 3間の間隔を所定の値にすることができる。

#### 【0030】

特に、該スペーサ5を、第1と第2クランプリング2, 3の周方向に等間隔で複数設置することにより、第1と第2クランプリング2, 3間を平行かつ所定間隔で連結することができる。なお、本願発明者が図1の構造を実際に作製したところ、図1に示すリニアモータ装置1の高さHのばらつき及び高さHの周方向のばらつきを0.1mm以下に抑制可能となることを確認することができた。

#### 【0031】

このように第1と第2クランプリング2, 3間の間隔を所定の値にすることができるので、スターリング機関などの機器へのリニアモータ装置1の組込みが容易となり、また機器の大型化をも抑制することができる。

#### 【0032】

図8に示すように、スペーサ5は、溶着部15a, 15bを例えば超音波溶着して第1と第2クランプリング2, 3に固着される。このように溶着部を介してスペーサとクランプリングとを接合することにより、接着剤でこれらを接合する場合と比較して接合部の経時的な劣化を抑制でき、かつ耐熱性をも向上することができる。

#### 【0033】

なお、超音波溶着可能な第1と第2クランプリング2, 3の材質としては、ポリカーボネートやポリブチレンテレフタレートなどの樹脂、あるいはこれらにガラス繊維を混入したもの以外に、ノリル、ポリアミド(PA)、ポリメチルメタクリレート(PMMA)、アクリロニトリルブタジエンスチレン(ABS)などを使用可能である。また、スペーサ5として金属材料などの融点の高い材料を

使用する場合には、縮径部 5 a, 5 b にローレット加工を施すことで、縮径部 5 a, 5 b 表面の凹凸に溶融した第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 の材料を入り込ませることができ、スペーサ 5 の固着強度を向上することができる。

#### 【0034】

アウターヨーク 4 は、スペーサ 5 の長手方向（リニアモータ装置 1 の軸方向）に分割された一対のアウターヨークブロックで構成される。図 1 および図 2 の例では、第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 にそれぞれ保持されたアウターヨークブロック 4 a, 4 b でアウターヨーク 4 が構成される。

#### 【0035】

アウターヨークブロック 4 a, 4 b は、たとえば複数枚の電磁鋼板を積層して作製する。アウターヨークブロック 4 a は、図 6 に示すように、たとえば 3 箇所の溶接部 13（図 6 において太実線および点線で示したものが溶接部である。）を有している。アウターヨークブロック 4 b も同様に 3 箇所の溶接部 13 を有している。溶接部 13 は、たとえばレーザ溶接により溶接可能であるが、他の手法で溶接してもよい。

#### 【0036】

図 4 および図 5 に示すように、アウターヨークブロック 4 a, 4 b はともに略 U 字形状を有しており、凸部 12 a, 12 b をそれぞれ有する。第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 は、図 2 に示すように、アウターヨークブロック 4 a, 4 b の凸部 12 a, 12 b を受け入れる凹部 10 a, 10 b を有しており、アウターヨークブロック 4 a, 4 b の凸部 12 a, 12 b は、該凹部 10 a, 10 b 内に嵌め込まれ、アウターヨークブロック 4 a, 4 b の開口端側が対向した状態で第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 にそれぞれ保持される。

#### 【0037】

図 7 に示すようにアウターヨークブロック 4 b は溶着部 14 を介して第 2 クランプリング 3 と接合され、アウターヨークブロック 4 a も溶着部を介して第 1 クランプリング 2 と接合される。該溶着部も、たとえば超音波溶着により形成可能である。また、上記の凸部 12 a, 12 b の表面に凹凸を設けることで、アウターヨークブロックとクランプリングとの接合強度を向上することができる。

## 【0038】

アウターヨークブロック 4 a, 4 b は、これらの間に間隙を局所的に残しながら互いに接続される。アウターヨークブロック 4 a, 4 b 間の間隙は、0.2 mm 以下程度（好ましくは 0.1 mm 程度）としておく。それにより、リニアモータ装置 1 の磁気特性の低下を回避することができる。

## 【0039】

アウターヨークブロック 4 a, 4 b は、図 1 および図 4 に示すように、溶接部 7 を介して接続される。図 1 の例では、アウターヨークブロック 4 a, 4 b の両側端近傍に溶接部 7 を形成している。該溶接部 7 は、たとえばレーザ溶接により形成可能である。なお、アウターヨークブロック 4 a, 4 b を互いに結合（固定）できるものであれば、レーザ溶接以外の任意の手法を採用することができる。

## 【0040】

上記のようにアウターヨークブロック 4 a, 4 b を結合することにより、たとえばリニアモータ装置 1 に交流電流を通電した際にヨーク内を流れる磁束に起因してアウターヨークブロック 4 a, 4 b がそれぞれ振動し、騒音を発生するなどしてリニアモータ装置 1 の特性が劣化するのを回避することができる。

## 【0041】

アウターヨークブロック 4 a, 4 b で構成されるアウターヨーク 4 は、図 1 に示すように、第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 の周方向に間隔をあけて配置されているが、所定のアウターヨーク 4 と隣り合う位置に上記のスペーサ 5 を配置する。

## 【0042】

ここで再び図 1 と図 2 を参照して、リニアモータ装置 1 は、コイル巻付体 8 を有する。コイル巻付体 8 は、図 2 に示すように、ボビン 8 a と、該ボビン 8 a に巻き付けられたコイル 8 b とを有する。図 2 の例では、コイル巻付体 8 はアウターヨークブロック 4 a, 4 b で挟持されることでアウターヨーク 4 に保持されている。

## 【0043】

なお、図示していないが、本実施の形態のリニアモータ装置 1 は、上記のアウ

ターヨーク 4 の内側に、インナーヨークと、該インナーヨークとアウターヨーク 4 との間に配置された可動マグネット部を備える。インナーヨークは、たとえば内部にピストンを有するシリンダの外周上に配置され、可動マグネット部は、たとえば円筒状の形状を有し、先端に永久磁石を有する。この永久磁石は、インナーヨークとアウターヨーク 4 間に配置される。

#### 【0044】

次に、上記の構造を有するリニアモータ装置 1 の製造方法について説明する。

まず、上記のアウターヨークブロック 4 a, 4 b と第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 とをそれぞれ作製する。アウターヨークブロック 4 a, 4 b は、電磁鋼板の積層材を加工して作製することができ、第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 は、たとえば射出成形を用いて樹脂により成形可能である。なお、樹脂などの絶縁被膜で覆われた微小鉄粉を金型内で焼成してアウターヨークブロック 4 a, 4 b を作製することも可能である。なお、アウターヨークブロック 4 a, 4 b の凸部 12 a, 12 b の表面には、粗面処理を施すなどして凹凸を設けておく。

#### 【0045】

他方、上記のスペーサ 5 および支持部材 9 も別途作製しておく。これらをステンレスで作製する場合には、ステンレス製の丸棒の両端に切削加工を施して縮径部 5 a, 5 b を有するスペーサ 5 および縮径部 9 a, 9 b を有する支持部材 9 を作製することができる。上記の縮径部 5 a, 5 b, 9 b には、ローレット加工を施しておく。また、コイル 8 b をボビン 8 a に巻き付けたコイル巻付体 8 も別途作製しておく。

#### 【0046】

次に、アウターヨークブロック 4 a の凸部 12 a を第 1 クランプリング 2 の凹部 10 a に嵌め込み、アウターヨークブロック 4 b の凸部 12 b を第 2 クランプリング 3 の凹部 10 b に嵌め込んだ状態で、超音波溶着によりアウターヨークブロック 4 a と第 1 クランプリング 2 およびアウターヨークブロック 4 b と第 1 クランプリング 3 とを結合する。このとき、凸部 12 a, 12 b の表面に上記のように凹凸を設けることにより、アウターヨークブロック 4 a, 4 b を強固に第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 に固着することができる。

## 【0047】

次に、アウターヨークブロック 4 a, 4 b 間にコイル巻付体 8 を挟み込み、スペーサ 5 の縮径部 5 a, 5 b を第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 の凹部 10 c, 10 d にそれぞれ挿入し、支持部材 9 の縮径部 9 b を第 1 クランプリング 2 の凹部 10 e に挿入した状態で超音波を印加する。それにより、支持部材 9 と第 1 クランプリング 2 とを超音波溶着するとともに、スペーサ 5 と、第 1 および第 2 クランプリング 2, 3 とを超音波溶着して第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 間を連結することができる。

## 【0048】

この第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 の連結の際に、アウターヨークブロック 4 a, 4 b 間に 0.2 mm 程度の隙間を確保しておく。それにより、アウターヨークブロック 4 a, 4 b の形状のばらつきや取付け精度に関係なく、スペーサ 5 によって第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 間の間隔を高精度に定めることができる。

## 【0049】

次に、アウターヨークブロック 4 a, 4 b 間を接続する。たとえば、レーザ溶接によりアウターヨークブロック 4 a, 4 b を溶着することで、アウターヨークブロック 4 a, 4 b を相互に固定することができる。それにより、リニアモータ装置 1 に通電した際にアウターヨークブロック 4 a, 4 b が振動して騒音を発するなどの不具合を抑制することができ、リニアモータ装置 1 の特性劣化を抑制することができる。

## 【0050】

その後、上記の第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 で挟持された構造体の内側にインナーヨークと可動マグネット部とを配置すればよい。本実施の形態におけるリニアモータ装置 1 を製造することができる。なお、スターリング機関などの機器にリニアモータ装置 1 を組込む場合には、上記の構造体の内側にインナーヨークと可動マグネット部とを受け入れるように上記の構造体を機器に組み込めばよい。

## 【0051】



次に、本発明の1つの実施の形態におけるスターリング機関について、図9を用いて説明する。なお、以下の説明では、本発明をスターリング機関の一例であるスターリング冷凍機に適用した場合について説明するが、スターリング冷凍機以外のスターリング機関にも本発明は適用可能である。

#### 【0052】

図9に、本実施の形態におけるスターリング冷凍機20の概略構成を示す。図9に示すように、スターリング冷凍機20は、ケーシング21と、該ケーシング21に設置されたシリンダ22と、シリンダ22内で往復動するピストン23およびディスプレーサ24と、再生器25と、圧縮空間（第1作動空間）26と、膨張空間（第2作動空間）27と、放熱部（ウォームヘッド）28と、吸熱部（コールドヘッド）29と、ピストン駆動手段としての前述のリニアモータ装置1と、ピストン23を支持し所定の弾性力を付与する、板バネなどのピストンスプリング（第1スプリング）33と、ディスプレーサ24を支持し所定の弾性力を付与する、板バネなどのディスプレーサスプリング（第2スプリング）34と、ディスプレーサロッド35と、背圧空間36とを備える。

#### 【0053】

リニアモータ装置1は、シリンダ22の外周部に設置され、インナーヨーク30と、該インナーヨーク30の外側に配置されるアウターヨーク4と、インナーヨーク30とアウターヨーク4との間に配置されたコイル巻付体8および可動マグネット部32と、アウターヨーク4を挟持する第1と第2クランプリング2, 3と、第1と第2クランプリング2, 3間を所定間隔で連結する上述のスペーサ（図9では図示せず）と、ピストンスプリング33やディスプレーサスプリング34を支持する支持部16とを有する。

#### 【0054】

インナーヨーク30は、シリンダ22の外周を取り囲むように設けられ、該インナーヨーク30を取り囲むように円筒状の可動マグネット部32を配置する。可動マグネット部32は、ピストン23と接続され、先端に永久磁石31を有する。該永久磁石31をインナーヨーク30とアウターヨーク4との間に配置する。

## 【0055】

第1クランプリング2は、ピストンスプリング33およびディスプレイサスプリング34を支持する支持部16を有する。該支持部16に取付けられた支持部材を介してピストンスプリング33が支持部16と接続され、支持部材に取付けられた連結部材を介してディスプレイサスプリング34がピストンスプリング33および支持部16と接続される。上記以外のリニアモータ装置1の構成については、前述の場合と同様である。尚、ピストンスプリング33を無くしたリニアモータ装置も考えられ、その場合は支持部16に直接ディスプレイサスプリング34が接続される。

## 【0056】

前述のようにリニアモータ装置1では第1と第2クランプリング2, 3間の間隔を高精度に定めることができるので、該リニアモータ装置1の第2クランプリング3を図2に示すビスでシリンダ22のフランジ面に直接固定（図9の構造ではケーシング21の一部を介して間接的に固定）してスターリング機関に組込んだ際に、リニアモータ装置1の設置面（シリンダ22のフランジ面）からの第1クランプリング2の高さ位置を高精度に設定することができる。それにより、スターリング冷凍機20における圧縮空間26や膨張空間27の容積のばらつきを低減することができ、スターリング冷凍機20の性能のばらつきを低減することができる。

## 【0057】

ケーシング21は、スターリング冷凍機20の外殻（外壁）を構成する部分であり、シリンダ22をはじめとする種々の部品が該ケーシング21内に組付けられる。図9の例では、ケーシング21は、単一の容器で構成されず、背圧空間36を規定するとともにリニアモータ装置1を受け入れるベッセル部分と、放熱部28、再生器25および吸熱部29の外壁部分とで主に構成される。該ケーシング21の内部には、ヘリウムガスや水素ガス、窒素ガスなどの作動媒体が充填される。

## 【0058】

シリンダ22は、略円筒状の形状を有し、該シリンダ22内において、ピスト

ン 23 とディスプレイサ 24 とは同軸上に間隔をあけて配置され、このピストン 23 およびディスプレイサ 24 によってシリンダ 22 内の作動空間が圧縮空間 26 と膨張空間 27 とに区画される。圧縮空間 26 は主に放熱部 28 によって囲まれ、膨張空間 27 は主に吸熱部 29 によって囲まれている。

#### 【0059】

圧縮空間 26 と膨張空間 27 との間には再生器 25 が配設されており、この再生器 25 を介してこれら両空間が連通する。それにより、スターリング冷凍機 20 内に閉回路が構成される。この閉回路内に封入された作動媒体が、ピストン 23 およびディスプレイサ 24 の動作に合わせて流動することにより、逆スターリングサイクルが実現する。

#### 【0060】

ピストン 23 の一端はピストンスプリング 33 と接続される。該ピストンスプリング 33 とリニアモータ装置 1 により、シリンダ 22 内でピストン 23 を所望の振幅で周期的に往復動させることが可能となる。

#### 【0061】

次に、本実施の形態におけるスターリング冷凍機 20 の動作について説明する。

#### 【0062】

まず、リニアモータ装置 1 を作動させてピストン 23 を駆動する。リニアモータ装置 1 によって駆動されたピストン 23 は、ディスプレイサ 24 に接近し、圧縮空間 26 内の作動媒体（作動ガス）を圧縮する。

#### 【0063】

ピストン 23 がディスプレイサ 24 に接近することにより、圧縮空間 26 内の作動媒体の温度は上昇するが、放熱部 28 によってこの圧縮空間 26 内に発生した熱が外部へと放出される。そのため、圧縮空間 26 内の作動媒体の温度はほぼ等温に維持される。すなわち、本過程は、逆スターリングサイクルにおける等温圧縮過程に相当する。

#### 【0064】

ピストン 23 がディスプレイサ 24 に接近した後にディスプレイサ 24 は吸熱

部 29 側に移動する。ピストン 23 によって圧縮空間 26 内において圧縮された作動媒体は再生器 25 内に流入し、さらに膨張空間 27 へと流れ込む。その際、作動媒体の持つ熱が再生器 25 に蓄熱される。すなわち、本過程は、逆スターリングサイクルの等容冷却過程に相当する。

#### 【0065】

膨張空間 27 内に流入した高圧の作動媒体は、ディスプレイサ 24 がピストン 23 側へ移動することにより膨張する。これにより、膨張空間 27 内の作動媒体の温度は下降するが、吸熱部 29 によって外部の熱が膨張空間 27 内へと伝熱されるため、膨張空間 27 内はほぼ等温に保たれる。すなわち、本過程は、逆スターリングサイクルの等温膨張過程に相当する。

#### 【0066】

その後、ディスプレイサ 24 がピストン 23 から遠ざかる方向に移動し始める。それにより、膨張空間 27 内の作動媒体は再生器 25 を通過して再び圧縮空間 26 側へと戻る。その際、再生器 25 に蓄熱されていた熱が作動媒体に与えられるため、作動媒体は昇温する。すなわち、本過程は、逆スターリングサイクルの等容加熱過程に相当する。

#### 【0067】

この一連の過程（等温圧縮過程－等容冷却過程－等温膨張過程－等容加熱過程）が繰り返されることにより、逆スターリングサイクルが構成される。この結果、吸熱部 29 は徐々に低温になり、極低温を有するに至る。

#### 【0068】

次に、本発明の 1 つの実施の形態におけるリニア圧縮機について図 10 を用いて説明する。

#### 【0069】

図 10 に示すように、リニア圧縮機 40 は、ケーシング 41 内に設置されたシリンダ 42 と、該シリンダ 42 内で往復動するピストン 43 と、シリンダ 42 の外周部に設置されピストン 43 を駆動する上述のリニアモータ装置 1 と、ピストン 42 を付勢するピストンスプリング（板バネ）46 と、シリンダを支持する支持機構部とを備える。

## 【0070】

リニアモータ装置 1 は、シリンダ 42 の外周部に設置されたインナーヨーク 30 と、該インナーヨーク 30 の外側に配置されるアウターヨーク 4 と、インナーヨーク 30 とアウターヨーク 4 との間に配置されたコイル巻付体 8 および可動マグネット部 32 と、アウターヨーク 4 を挟持する第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 と、第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 間を所定間隔で連結する上述のスペーサと、ピストンスプリング 46 を支持する支持部 16 とを有する。

## 【0071】

インナーヨーク 30 は、シリンダ 42 の外周を取り囲むように設けられ、該インナーヨーク 30 を取り囲むように円筒状の可動マグネット部 32 を配置する。可動マグネット部 32 は、ピストン 43 と接続され、先端に永久磁石 31 を有する。該永久磁石 31 をインナーヨーク 30 とアウターヨーク 4 との間に配置する。

## 【0072】

第 1 クランプリング 2 は、ピストンスプリング 46 を支持する支持部 16 を有する。該支持部 16 に取付けられた支持部材を介してピストンスプリング 46 が支持部 16 と接続される。上記以外のリニアモータ装置 1 の構成については、前述の場合と同様である。

## 【0073】

本実施の形態におけるリニア圧縮機 40 の場合も、リニアモータ装置 1 をリニア圧縮機 40 に組込んだ際に、リニアモータ装置 1 の設置面（シリンダ 42 のフランジ面）からの第 1 クランプリング 2 の高さ位置を高精度に設定することができるので、圧縮空間 44 の容積のばらつきを低減することができ、リニア圧縮機 40 の性能のばらつきを低減することができる。

## 【0074】

シリンダ 42 は、ケーシング 41 内で支持機構部により支持されるが、該支持機構部は、図 10 の例では、ケーシング 41 の内部に固定される支持板 49 と、該支持板 49 上に搭載されシリンダ 42 を支持するコイルスプリング 48 とで構成される。

## 【0075】

また、シリンダ42の一端側にプレート47を介してヘッドカバー45を固定する。該ヘッドカバー45とピストン43の頭部との間に冷媒が圧縮される圧縮空間44が形成される。

## 【0076】

次に、上記の構造のリニア圧縮機の動作について説明する。まず、コイル巻付体8のコイルに通電すると、可動マグネット部32の永久磁石31との間に推力が発生し、この推力により可動マグネット部32がシリンダ42の軸方向に沿って移動する。このとき可動マグネット部32はピストン43と接続されているので、可動マグネット部32とともにピストン43も、シリンダ42の軸方向に移動する。

## 【0077】

冷媒は、図示しない吸入管からケーシング41内に導入され、ヘッドカバー45およびプレート47内の通路を通過して圧縮空間44内に入る。この圧縮空間44内で、冷媒はピストン43により圧縮され、その後、図示しない吐出管を通過して外部に吐出される。

## 【0078】

以上のように本発明の実施の形態について説明を行なったが、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

## 【0079】

## 【発明の効果】

本発明のリニアモータ装置およびその製造方法によれば、第1と第2挟持部材間の間隔のばらつきを低減することができるので、リニアモータ装置の軸方向寸法のばらつきを低減することができる。

## 【0080】

また、本発明のリニア圧縮機においては圧縮空間の容積のばらつきを低減することができ、スターリング機関においては圧縮空間や膨張空間の容積のばらつき

を低減することができるので、いずれの場合も性能のばらつきを低減することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施の形態におけるリニアモータ装置の斜視図である。

【図 2】 図 1 に示すリニアモータ装置の要部断面図である。

【図 3】 図 1 に示すリニアモータ装置における第 1 クランプリングの部分断面図である。

【図 4】 図 1 に示すリニアモータ装置におけるアウターヨークの断面図である。

【図 5】 図 1 に示すリニアモータ装置の分解斜視図である。

【図 6】 図 1 に示すリニアモータ装置におけるアウターヨークブロックの斜視図である。

【図 7】 図 1 に示すリニアモータ装置における第 2 クランプリングとアウターヨークブロックとの結合部およびその近傍を示す断面図である。

【図 8】 図 1 に示すリニアモータ装置における第 1 および第 2 クランプリングとスペーサとの結合部およびその近傍を示す断面図である。

【図 9】 本発明の 1 つの実施の形態におけるスターリング冷凍機の断面図である。

【図 10】 本発明の 1 つの実施の形態におけるリニア圧縮機の断面図である。

【符号の説明】

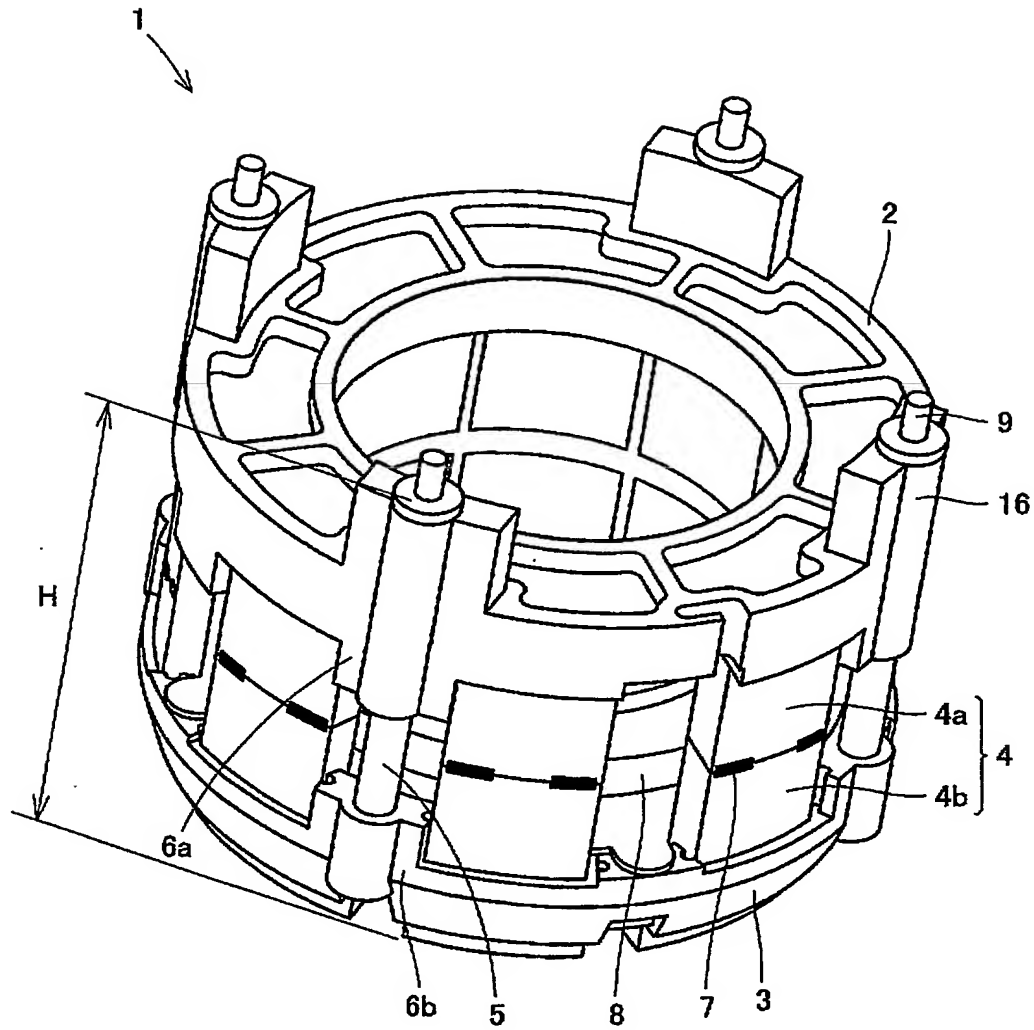
1 リニアモータ装置、2 第 1 クランプリング、3 第 2 クランプリング、4 アウターヨーク、4 a, 4 b アウターヨークブロック、5 スペーサ、6 a, 6 b 受け部、7, 13 溶接部、8 コイル巻付体、8 a ポビン、8 b コイル、9 支持部材、9 a, 9 b 縮径部、10 a ~ 10 e 凹部、11, 14, 15 a, 15 b 溶着部、12 a, 12 b 凸部、16 支持部、20 スターリング冷凍機、21, 41 ケーシング、22, 42 シリンダ、23, 43 ピストン、24 ディスプレーサ、25 再生器、26, 44 圧縮空間

、27 膨張空間、28 放熱部、29 吸熱部、30 インナーヨーク、31 永久磁石、32 可動マグネット部、33, 46 ピストンスプリング、34 ディスプレーサスプリング、35 ディスプレーサロッド、36 背圧空間、40 リニア圧縮機、45 ヘッドカバー、47 プレート、48 コイルスプリング、49 支持板。

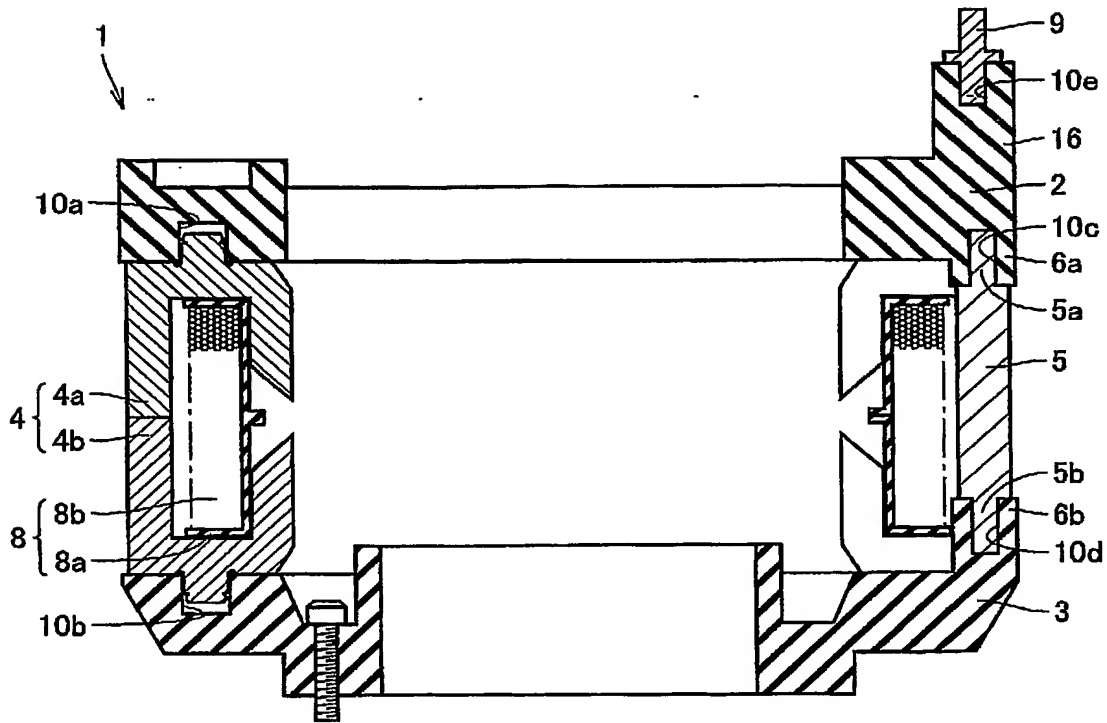


【書類名】 図面

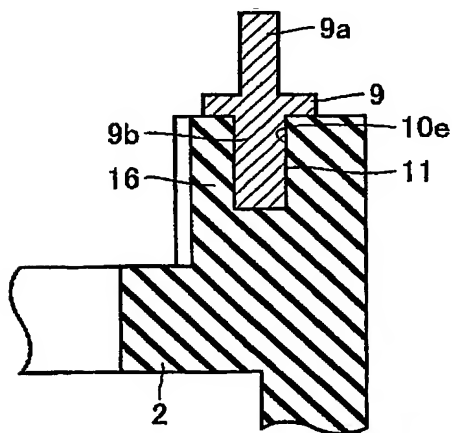
【図 1】



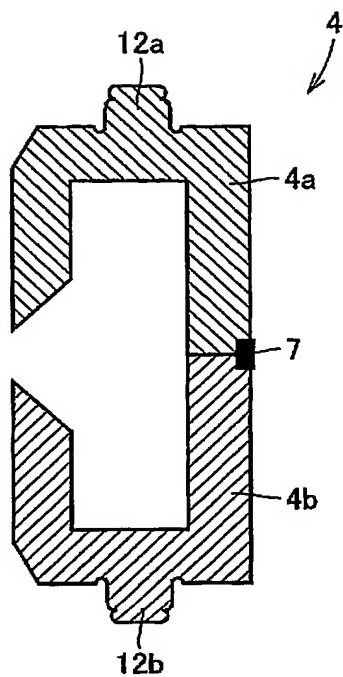
【図 2】



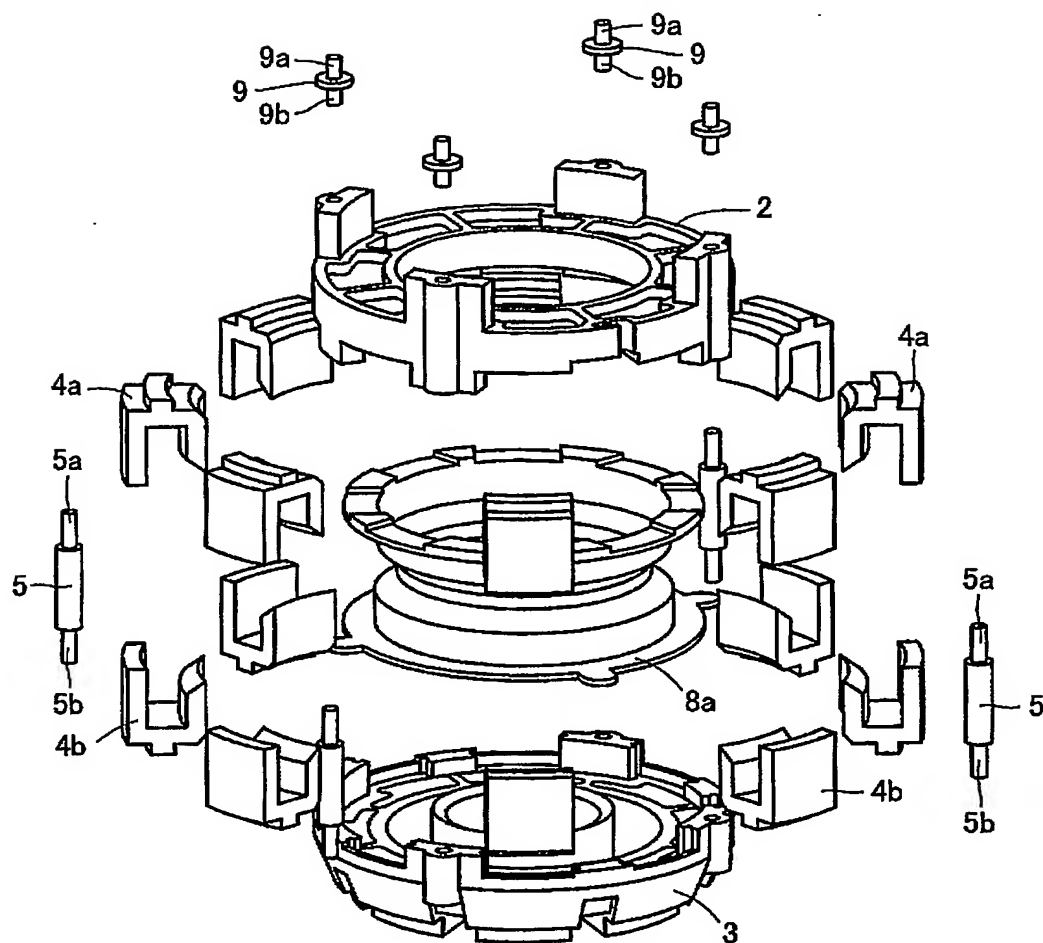
【図 3】



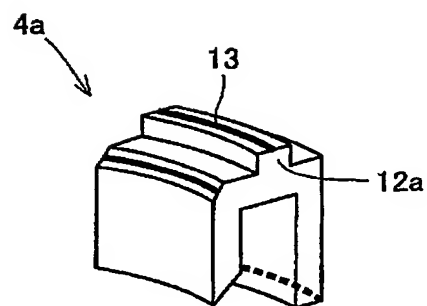
【図 4】



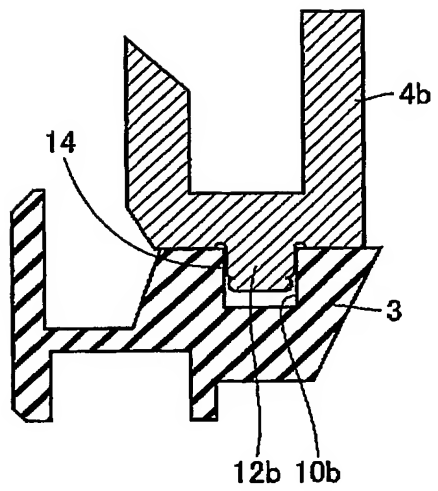
【図 5】



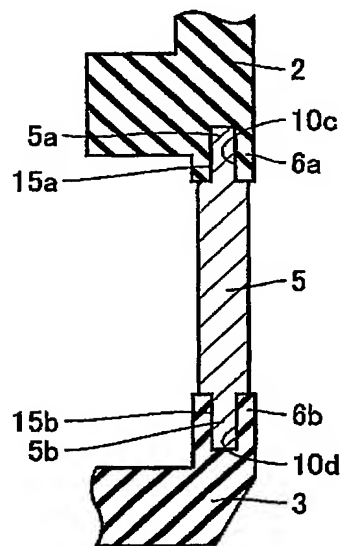
【図 6】



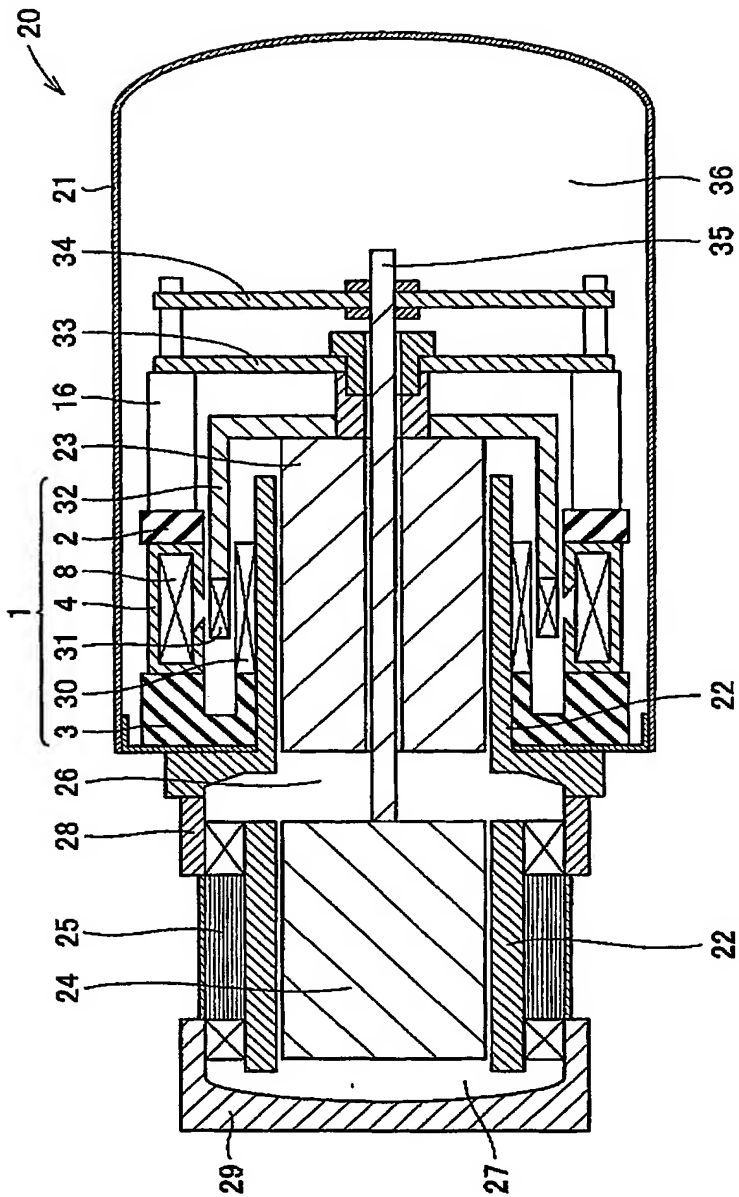
【図 7】



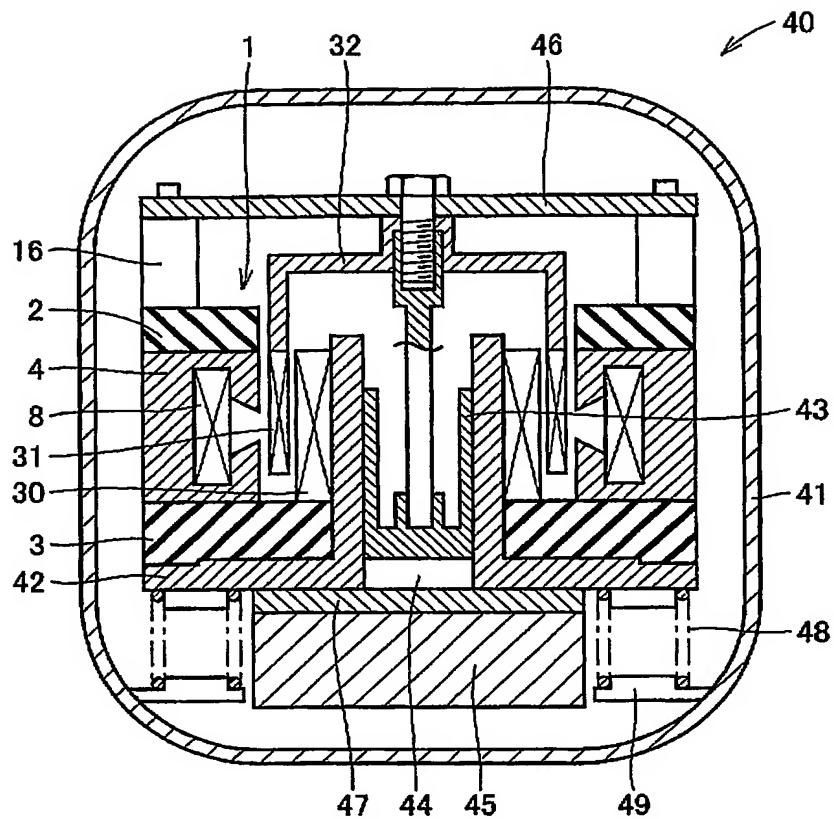
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 軸方向寸法のばらつきを低減することが可能となるリニアモータ装置およびその製造方法、ならびに性能のばらつきを低減することが可能となるリニア圧縮機およびスターリング機関を提供する。

【解決手段】 リニアモータ装置 1 は、インナーヨーク、アウターヨーク 4、コイル巻付体 8 および可動マグネット部と、アウターヨーク 4 を挟持する第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 と、第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 間を連結するとともに第 1 と第 2 クランプリング 2, 3 間の間隔を調整するスペーサ 5 とを備える。リニア圧縮機およびスターリング機関は、上記のリニアモータ装置 1 を備える。

【選択図】 図 2



特願 2 0 0 3 - 1 7 0 8 8 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 0 4 9 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社